

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosim, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Redžepagić, A., 2015. Predlog prenove energetske neučinkovite večstanovanjske stavbe. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R., somentorica Dovjak, M.): 30 str.

Datum arhiviranja: 15-03-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Redžepagić, A., 2015. Predlog prenove energetske neučinkovite večstanovanjske stavbe. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R., co-supervisor Dovjak, M.): 30 pp.

Archiving Date: 15-03-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

ALMIR REDŽEPAGIĆ

**PREDLOG PRENOVE ENERGETSKO NEUČINKOVITE
VEČSTANOVANJSKE STAVBE**

Diplomska naloga št.: 201/B-GR

**PROPOSAL FOR RENEVAL OF ENERGY INEFFICIENT
APARTMENT OF BUILDING**

Graduation thesis No.: 201/B-GR

Mentor:

doc. dr. Roman Kunič

Somentorica:

doc. dr. Mateja Dovjak

Ljubljana, 17. 09. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA

Podpisani Almir Redžepagić izjavljam, da sem avtor dela z naslovom »Predlog prenove energetske neučinkovite večstanovanjske stavbe«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 7. 9. 2015

Almir Redžepagić

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK: 699.86:620.93:728.2(043.2)
Avtor: Almir Redžepagić
Mentor: doc. dr. Roman Kunič
Somentor: doc. dr. Mateja Dovjak
Naslov: Predlog prenove energetske neučinkovite večstanovanjske stavbe
Tip dokumenta: Diplomaska naloga, univerzitetni študij
Obseg in oprema: 30 str., 19 pregl., 4 sl., 4 graf.
Ključne besede: energetska učinkovitost, energetska prenova, PURES 2010, večstanovanjska stavba

Izvleček:

V diplomski nalogi bom z vidika energetske učinkovitosti obdelal večstanovanjsko stavbo v Ljubljani, ki je bila zgrajena leta 1957. Objekt je energetske neučinkovit, saj je ovoj obravnavane hiše brez toplotne izolacije, le streha je minimalno izolirana, saj je bila leta 2009 sanirana. Stroški za ogrevanje so visoki, zato sem izračunal in predstavil možne ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti. S programsko opremo TEDI in TOST sem izvedel računsko analizo obstoječega stanja in dokazal, da obravnavani objekt ob upoštevanju trenutno veljavnih zakonskih zahtevah ni ustrezen. Predlagal sem različne ukrepe, kot so: zamenjava oken, toplotna izolacija zunanje stene, toplotna izolacija tal proti neogrevani kleti, toplotna izolacija strehe ter odstranitev obstoječih balkonov in postavitev montažnih, s katerimi predvidevam, da se izboljša udobje in energijska bilanca stavbe. Nato sem še izvedel dve različici ukrepov, ki predstavljata kombinacijo že prej naštetih ukrepov, s katerima sem se poskušal približati zahtevam po PURES-u 2010. Nalogo sem izvajal s ciljem dokazovanja brez potrebe po mehanskem prezračevanju.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 699.86:620.93:728.2(043.2)
Author: Almir Redžepagić
Supervisor: Assist. Prof. Roman Kunič, Ph. D.
Co-advisor: Assist. Prof. Mateja Dovjak, Ph. D.
Title: Proposal for renewal of energy inefficient apartment buildings
Document type: Graduation thesis, university studies
Scope and tools: 30 p., 19 tab., 4 fig., 4 graph.
Key words: energy efficiency, energy renovation, PURES 2010, apartment building

Abstract:

This diploma thesis deals with the apartment building, built in 1957 in Ljubljana, from the point of view of its energy efficiency. The facility is non-energy efficient since the external layer of the house is without a thermal insulation, while only the roof, renovated in 2009, has minimum insulation. Since the costs for heating are high, the possible measures to improve energy efficiency are calculated and presented. By using the TEDI and TOST software, the calculation analysis of the existing state was conducted and it was proven that the facility concerned is not suitable while taking into account the currently applicable regulatory requirements. Different measures are proposed, such as: replacing windows, thermal insulation of the external walls, thermal insulation of the floor against the unheated cellar, thermal insulation of the roof and removal of the existing balconies and placement of the prefabricated balconies which would presumably improve the comfort and the energy balance. Then two different versions of measures, which represent a combination of the foregoing measures, were conducted to fulfil the requirements as per PURES 2010 (Rules on efficient use of energy in buildings). The diploma thesis was carried out with the purpose to prove no need for mechanical ventilation.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Romanu Kuniču in somentorici doc. dr. Mateji Dovjak za strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi družini za vso podporo v času študija.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA.....	I
IZJAVA	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM.....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT.....	IV
ZAHVALA	V
1 UVOD	1
1.1 CILJI IN HIPOTEZE	2
1.2 METODA DELA	3
2 ZAKONODAJNI OKVIR.....	5
2.1 DIREKTIVA 2010/31/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA O ENERGETSKI UČINKOVITOSTI STAVB (PRENOVITEV)	5
2.1.1 Energetske izkaznice	6
2.1.2 Energetska učinkovitost.....	7
2.2 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PURES 2010, URADNI LIST RS, ŠT. 52/2010: 7840).....	8
2.3 TEHNIČNA SMERNICA TSG – 1 – 004: 2010.....	9
2.3.1 Namen in področje uporabe.....	9
2.4 ENERGETSKI ZAKON (EZ-1, URADNI LIST RS, ŠT. 17/2014: 1787).....	10
2.5 ZAKON O GRADBENIH PROIZVODIH (ZGPRO-1, URADNI LIST RS ŠT. 82/2013: 9183).....	11
2.6 UREDBA O DOLOČITVI USKLAJENIH POGOJEV ZA TRŽENJE GRADBENIH PROIZVODOV (UREDBA (EU) ŠT. 305/2011 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA Z DNE 9. MARCA 2011 O DOLOČITVI USKLAJENIH POGOJEV ZA TRŽENJE GRADBENIH PROIZVODOV)	12
3 PREDSTAVITEV VEČSTANOVANJSKEGA OBJEKTA	13
3.1 OPIS VEČSTANOVANJSKEGA OBJEKTA.....	13
3.2 VHODNI PODATKI.....	14
3.3 LOKACIJA IN KLIMATSKI PODATKI.....	15
3.4 OGREVANA CONA	16
3.5 NEOGREVANA CONA.....	17
3.6 OBSTOJEČI KONSTRUKCIJSKI SKLOPI.....	17
4 PREDSTAVITEV UKREPOV IN IZRAČUN	19
4.1 STAVBNO POHIŠTVO	19
4.2 EKO SKLAD	19
4.2.1 Izolacija fasade	20
4.2.2 Izolacija strehe	21
4.3 PODANI UKREPI.....	21

4.4	REZULTATI	25
4.4.1	Potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))	26
4.4.2	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe H_T' (W/(m ² K)).....	28
4.4.3	Letni izpust CO ₂ na enoto uporabne površine	28
4.5	KOMBINACIJA UKREPOV.....	29
5	ZAKLJUČEK.....	30
VIRI.....		31

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki večstanovanjskega objekta	14
Preglednica 2: Klimatski podatki	15
Preglednica 3: Klimatski podatki	15
Preglednica 4: Odprtine glede na smeri neba za ogrevano cono	16
Preglednica 5: Odprtine glede na smeri neba pri neogrevani coni	17
Preglednica 6: Tla proti neogrevani kleti	17
Preglednica 7: Streha	18
Preglednica 8: Tla na terenu	18
Preglednica 9: Zunanja stena	18
Preglednica 10: Lastnosti posameznih tipov oken	21
Preglednica 11: Zunanja stena - ukrep 2	22
Preglednica 12 : Zunanja stena - ukrep 3	22
Preglednica 13: Tla proti neogrevani kleti - ukrep 4	23
Preglednica 14: Streha - ukrep 5	23
Preglednica 15: Streha - ukrep 6	24
Preglednica 16: Maksimalne dovoljene vrednosti po PURES-u 2010	26
Preglednica 17: Rezultati programa TOST za prvotno stanje, obstoječe stanje in stanje ukrepov	26
Preglednica 18: Zmanjšanje potrebne toplote glede na obstoječe stanje	26
Preglednica 19: Rezultati programa TOST za obstoječe stanje, kombinacijo 1 in 2	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Obravnavani večstanovanjski objekt (Vir: lasten, 2015)	13
Slika 2: Lokacija bloka (Vir: Atlas okolja)	15
Slika 3: Schöck Isokorb R (Vir: Schöck)	24
Slika 4: Vzorčna slika balkona (Vir: Schöck)	25

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Raba energije v gospodinjstvih glede na namen uporabe, 2012 (Vir: SURS, 2012)	1
Grafikon 2: Potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))	27
Grafikon 3: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe H_T (W/m ² K)	28
Grafikon 4: Letni izpust CO ₂ na enoto uporabne površine	28

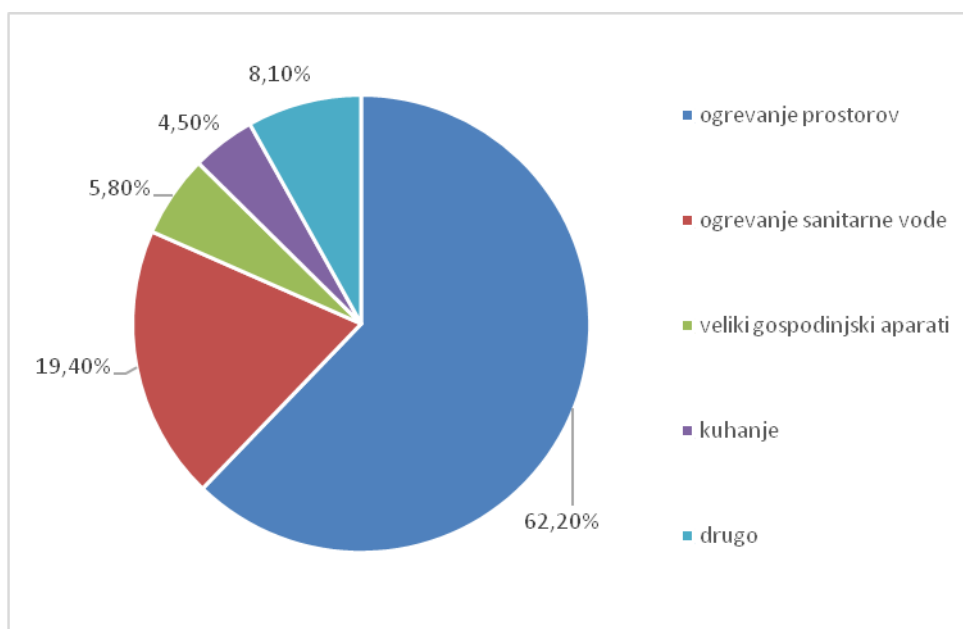
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A_u (m ²)	Neto uporabna površina stavbe
A_w (m ²)	Površina transparentnega elementa
CO_2 (kg/(m ² a))	Letni izpust CO ₂ na enoto uporabne površine
$F_{F,w}$ (-)	Faktor okvirja
$g_{gl,w}$ (-)	Prehod celotnega sončnega sevanja transparentnega dela
H_T' (W/(m ² K))	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe
Q_{NH} (kWh)	Letna potrebna toplota za ogrevanje
Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))	Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine
QP (kWh)	Letna raba primarne energije
U_w (W/(m ² K))	Toplotna prehodnost elementa
V_e (m ³)	Kondicionirana prostornina stavbe

»ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Lastnik stavbe ima z obnovo visoke stroške, zato je zanj pomembno, da je obnova v vseh pogledih izvedena optimalno. Veliko je možnosti za prihranke pri energiji in stroških stavbe, a jim žal ne posvečamo toliko pozornosti. Ker ne poznamo toliko tehnoloških zmožnosti, nam primanjkuje sredstev, imamo organizacijske težave ali pa napačno predstavo razmerja med stroškom ukrepa in prihrankom pri energiji. Večino rabe energije v gospodinjstvih predstavlja ogrevanje in sicer več kot 62 %, ostalo pa se porabi za pripravo tople vode, za velike gospodinjske aparate, kuhanje, razsvetljavo in nekaj tudi za druge električne naprave. [1], [2] Pri energetske obnovi stavb, starejših od 35 let, lahko prihranimo tudi več kot 60 % potrebne energije za ogrevanje in sicer s primernimi ukrepi, kot so toplotna izolacija zunanjih sten, toplotna izolacija strehe ali zamenjava oken. Najbolj učinkovit ukrep za energetske prihranek, je boljša toplotna zaščita ovoja stavbe, saj s tem omejimo odvečno rabo energije za ogrevanje. [1] Tudi z ogrevalnim sistemom lahko veliko pripomoremo k prihranku. Z uporabo varčnejših električnih naprav in bolj učinkovito razsvetljavo lahko prispevamo znaten delež k energetskemu prihranku. Ne nazadnje pa je najpomembnejša sama osveščenost stanovalcev za takšno ravnanje in njihovo zavedanje, kako pomembno vlogo imajo ti ukrepi. O energetske učinkovitosti stavb govori tudi direktiva 2010/31/EU, katere cilji so povečanje energetske učinkovitosti za 20 %, zmanjšanje toplogrednih plinov za 20 % in povečanje uporabe obnovljivih energetskih virov za 20 %. [1], [3]



Grafikon 1: Raba energije v gospodinjstvih glede na namen uporabe, 2012 (Vir: SURS, 2012)

Zunanje stene imajo pomembno vlogo na zgradbi, saj delujejo kot nosilci mehanskih obremenitev in imajo funkcijo zaščite notranjosti zgradbe pred zunanjimi vplivi, denimo vsemi vrstami padavin,

nizkimi ali visokimi temperaturami, sončnim sevanjem, hrupom in drugimi. Če je stavbni ovoj slabo izoliran, povzroči nižjo temperaturo površin ter dobre pogoje za rast plesni, tako da je pomembno, da so zunanje stene, ki mejijo na zunanost ali na neogrevane prostore, čim bolj toplotne izolirane. Posledično s tem zmanjšamo porabo energije za ogrevanje, zmanjšamo emisijo dimnih plinov v ozračje, preprečimo pojav nastanka plesni na notranjih površinah sten in ne nazadnje izboljšamo počutje v bivalnih prostorih in si s tem zagotovimo ugodne bivalne razmere. [4], [5], [6]

Pomemben dejavnik pri obnovi večstanovanjskih stavb so tudi finančne spodbude za energetske učinkovito obnovo. V Sloveniji je to Eko sklad, ki zagotavlja določena finančna sredstva za okoljske projekte. Pri prenovi večstanovanjskih objektov se pojavljajo različne ovire, kot so: pomanjkanje zadostnih sredstev s strani etažnih lastnikov, težavno pridobivanje soglasij za prenavo (potrebno je 75 % soglasje etažnih lastnikov), nezaupanje in slabo sodelovanje lastnikov in upravnika, nezadostna seznanjenost z možnostmi sofinanciranja ter premalo energijskih prenov v soseski, po katerih bi se lahko zgledovali. [7]

Tekom diplomske naloge sem predstavil večstanovanjsko stavbo v Ljubljani v kateri živim, ter sem tudi koordinator in sem kot nekakšna vez med upravnikom in stanovalci. To je tudi eden od razlogov, da sem se odločil za to temo diplomske naloge, saj sem kot koordinator veliko v stiku z upravnikom bloka in sem zadolžen za investicije in prenove, ki se izvajajo. Ker je objekt energetske neučinkovit, saj je fasadni ovoj brez toplotne izolacije, je ena od bodočih investicij v bloku tudi sanacija stavbnega ovoja. Namen diplomske naloge je pripraviti različne ukrepe oziroma kombinacijo posameznih ukrepov, s katerimi bi obravnavani objekt energetske ustrezal po PURES-u 2010. Menim, da bom s svojo raziskavo lahko tudi pripomogel k bodoči sanaciji objekta.

1.1 Cilji in hipoteze

Cilji diplomske naloge so:

- Izračunati toplotne prehodnosti oz. specifične toplotne izgube konstrukcijskih sklopov stavbe U ($W/(m^2K)$) s programom TEDI.
- Analizirati obstoječe stanje in izračunati porabo za obstoječe stanje s programom TOST.
- Preveriti v kolikšni meri stavba izpolnjuje energetske kriterije za doseganje učinkovitosti glede na Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 52/2010 (v nadaljevanju PURES 2010).
- Na podlagi rezultatov pripraviti predloge ukrepov za energetske prenove.
- Z analizo posameznih ukrepov sestaviti dve kombinaciji ukrepov.

V skladu z zastavljenimi cilji sem preveril naslednje hipoteze:

- Predvidevam, da bodo toplotne prehodnosti obstoječih konstrukcijskih sklopov večje od zahtevanih po PURES-u 2010, saj je ovoj obravnavanega objekta brez toplotne izolacije.
- Predvidevam, da bodo rezultati obstoječega stanja energetske neučinkoviti.
- Predvidevam, da bomo s predlaganimi ukrepi in kombinacijama ukrepov izboljšali energetske učinkovitost stavbe in s tem zmanjšal potrebno toploto za ogrevanje.
- Predvidevam, da bom s kombinacijama ukrepov zadovoljil zahtevam pravilnika PURES 2010.

1.2 Metoda dela

Moj pristop k diplomski nalogi je bil sledeč. Seznanil sem se s pravilniki in zakonodajo o energetske učinkovitosti stavb in pridobil vse potrebne podatke o stavbi. V veliko pomoč mi je bilo, da sam živim v tej stavbi, tako da sem bil z veliko stvarmi že seznanjen. Določene načrte in podatke o stavbi sem dobil iz Zemljiške knjige Ljubljana. Imel sem zelo veliko težav s pridobitvijo določenih načrtov, saj so po besedah hišnika in upravnika določeni načrti izgubljeni. Iz tega razloga sem bil primoran veliko meritev opraviti neposredno na stavbi. Nekaj podatkov o konstrukcijskih sklopih sem imel podanih v pridobljeni dokumentaciji, ostale pa sem inženirsko ocenil glede na leto izgradnje in po ogledu objekta. Določene podatke sem uporabil iz priročnika za program TOST, v katerem je razlaga različnih faktorjev in koeficientov, katere sem moral vnesti v program. Kot smernico za vnos podatkov glede izračuna, sem uporabil Tehnično smernico (TSG-1-004:2010) (v nadaljevanju TSG4).

Pri analizi in izračunu energetskih ukrepov sem uporabil računalniška programa TEDI in TOST. Program TEDI se uporablja pri izračunu toplotne prehodnosti, analize toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi konstrukcijske sklope po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002. V programu so že shranjeni določeni materiali s svojimi karakteristikami. [8] Navedel sem konstrukcijske sklope tal na terenu, tal proti neogrevani kleti, zunanje stene in strehe, program pa je izračunal toplotno prehodnost U ($W/(m^2K)$) oz. postavil diagnozo o ustreznosti rezultatov. Na podlagi pridobljenih podatkov s programom TEDI, sem nato operiral s programom TOST, ki je namenjen izračunu energetske bilance stavbe po PURES-u 2010 in TSG4. S programom se dokazuje ustreznost o toplotni zaščiti stavbe v skladu s PURES-om 2010 in izračunajo podatki, potrebni za končno poročilo v skladu s SIST EN ISO 13790. [9] Na podlagi rezultatov sem pripravil predloge ukrepov za energetske prenove in kombinacijo med posameznimi ukrepi. Z analizo posameznih ukrepov sem sestavil dve kombinaciji ukrepov. Pri prvi kombinaciji sem upošteval ukrepe, ki pridejo v poštev pri energetske prenovi in zadovoljijo zahteve pravilnika PURES 2010. Z drugo kombinacijo pa sem zadovoljil zahteve Eko

sklada in se skušal čim bolj približati najnižji možni rabi energije. Nalogo sem izvajal s ciljem dokazovanja brez potrebe po mehanskem prezračevanju.

2 ZAKONODAJNI OKVIR

2.1 Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev)

Direktiva govori o energetske učinkovitosti stavb, ki v Evropski uniji predstavljajo kar 40 % skupne porabe energije in z večanjem stavbnega sektorja naj bi se poraba energije še povečala. Direktiva za to predpisuje dva pomembna ukrepa in sicer zmanjšanje porabe energije in rabe energije iz obnovljivih virov v tem sektorju. Z vpeljavo teh ukrepov naj bi se zmanjšala energetska odvisnost EU in emisije toplogrednih plinov. Prav tako bi s tem spoštovala svojo zavezanost h Kjotskemu protokolu k Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja in sicer z ohranjanjem svetovnega dviga temperature pod 2 °C. Tako bi do leta 2020 zmanjšala skupne emisije toplogrednih plinov za vsaj 20 %, v primerjavi z letom 1990 ali v primeru mednarodnega sporazuma za 30 %. Manjša poraba energije ima širši pomen tako za tehnološki razvoj kot za večje možnosti zaposlovanja in regionalni razvoj. [3]

Evropska unija je zavezana k ciljem „Akcijskega načrta za energetske učinkovitost: uresničitev možnosti“, ki ga je pripravila Komisija in ki jih mora EU na apel Evropskega sveta do leta 2020 doseči, ter zmanjšati porabo energije za 20 %. Načrt opredeljuje znaten potencial za stroškovno učinkovite prihranke energije v tem sektorju. Tako Evropski parlament kot Skupnost za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov si prizadevata, da bi do leta 2020 EU povečala energetske učinkovitost za 20 %, zmanjšala CO₂ ter spodbudila energetske učinkovitost na način, da bi dosegla 20 % deleža energije iz obnovljivih virov v skupni porabi EU. [3]

Evropski svet je leta 2007 zavezal EU k razvoju energije iz obnovljivih virov s tem, da bo izpolnil cilje iz prejšnjega odstavka, to je doseg 20 % deleža energije iz obnovljivih virov. Da bi se dosegla boljša energetske učinkovitost stavb, bi morali biti izpolnjeni določeni pogoji, kot so klimatski in lokalni pogoji, stroškovna učinkovitost ter notranja klima, poleg seveda dostopnosti stavbe, varnosti in namembnost. [3]

Za računanje energetske učinkovitosti stavb se uporabljajo različne metodologije, ki se na nacionalnem in regionalnem nivoju med seboj razlikujejo. Pri tem je potrebno upoštevati letno energetske učinkovitost stavbe, ne samo za ogrevalno obdobje, in pa različne toplotne značilnosti, ogrevalne in hladilne elemente stavbe, uporabo energije iz obnovljivih virov, kvaliteto zraka v prostoru, ustrezno naravno svetlobo in samo zasnovo stavbe. V metodologiji se upoštevajo aktualni evropski standardi. Ker običajno med prenovami obstoječih stavb mine dolgo časovno obdobje, bi morale take stavbe in tudi nove izpolnjevati minimalne pogoje glede energetske učinkovitosti, ki so prilagojeni lokalnim podnebnim razmeram. V primeru novih stavb, ne glede na njihovo velikost, bi se

morali preučiti vsi možni alternativni sistemi oskrbe za energijo na način, da se najprej zagotovi optimalna raven stroškov za ogrevanje in hlajenje, saj stavbe vplivajo na dolgoročno porabo energije.[3]

V primeru večjih prenov obstoječih stavb, ne glede na njihovo velikost, pa so tudi večje priložnosti za sprejetje stroškovno učinkovitejših ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti. Stroškovno ugodneje bi bilo, če bi se osredotočili na prenovljene dele stavbe, ki so najpomembnejši za energetske učinkovitost stavbe. Izraz 'večja prenova' pa je dvoumen med državami članicami EU, saj gre lahko za prenavo večjega obsega ali pa večjo vrednost prenove. Tako bi se v primeru večje prenove v vrednosti stavbe uporabile vrednosti, kot je aktuarska ali trenutna, zgolj na osnovi stroškov prenov, ne glede na vrednost zemljišča, na katerem leži. [3]

2.1.1 Energetske izkaznice

Energetska izkaznica bi morala vsebovati informacije o energetske učinkovitosti stavbe in praktične nasvete za izboljšanje ter učinkovitosti, ki bi morebitnemu kupcu ali najemniku stavbe služila kot dodatna spodbuda k izboljšanju učinkovitosti ali izmenjavi informacij o dejanski porabi energije. Prav tako bi jim energetska izkaznica zagotovila informacije o vplivih ogrevanja in hlajenja na energetske potrebe stavbe ter o porabi primarne energije in emisijah CO₂. [3]

Države članice bi morale svoje nacionalne javne organe spodbuditi k izboljšanju energetske učinkovitosti, izvajanju priporočil in vključevanju le-teh v energetske izkaznice. Poleg tega bi morale biti stavbe, v katerih javni organi opravljajo svoje dolžnosti, zgled javnosti z upoštevanjem okoljskega in energetskega vidika. To bi dokazale z rednim energetskim certificiranjem in z javnim prikazom teh energetskih izkaznic, saj se v teh stavbah pogosto zadržuje javnost in je to odličen primer za prikaz energetske učinkovitosti. [3]

Energetska izkaznica vsebuje tudi priporočila za stroškovno optimalne ali učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti stavb ali njenih enot, v primeru da gre za nepomembne možnosti za tako izboljšavo, v primerjavi z veljavnimi zahtevami glede energetske učinkovitosti. Ta priporočila obsegajo ukrepe v zvezi z večjo prenavo ovojne stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov in v zvezi s posameznimi elementi stavbe, ki so ločeni od večje prenove ovojne stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov. Ta priporočila morajo biti tehnično izvedljiva in je z njimi mogoče oceniti dolžino dobe odplačevanja stroškov ali stroškovne ugodnosti med ekonomsko življenjsko dobo te stavbe. [3]

Ocena prihrankov energije, osnovne cene energije in predhodna ocena stroškov so pogoji za oceno stroškovne učinkovitosti, ki je tudi podana v energetski izkaznici. Poleg teh informacij, lahko lastnik ali najemnik pridobi tudi informacije o ukrepih, ki jih je treba sprejeti za izvajanje priporočil,

informacije o energetskih pregledih, finančnih in drugih spodbudah ter možnostih financiranja. Certificiranje stavbne enote lahko temelji na skupnem certificiranju celotne stavbe ali na podlagi ocene druge stavbne enote, ki je primerljiva in z enakimi energetskimi značilnostmi kot certificirana stavbna enota. Tudi certificiranje enodružinskih hiš lahko temelji na podlagi ocene stavbe podobne zasnove in velikosti, vendar mora za to jamčiti strokovnjak, ki izda energetske izkaznice. Veljavnost energetske izkaznice je do deset let. Države članice EU pri certificiranju v celoti ali delno uporabljajo skupno shemo certificiranja Evropske unije za energetske učinkovitosti nestanovanjskih stavb. [3]

Med državami članicami EU se je vzpostavil sistem certificiranja energetske učinkovitosti stavb, ki je predstavljen v 11. členu Direktive. Energetska izkaznica vsebuje informacije o energetski učinkovitosti stavbe, referenčni vrednosti, kot so minimalni pogoji glede energetske učinkovitosti in druge dodatne informacije, ki bi lastnikom ali najemnikom stavb služilo za lažjo primerjavo in oceno njene energetske učinkovitosti. [3]

2.1.2 Energetska učinkovitost

V četrtem členu so določene minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti. Dolžnost držav članic je sprejetje potrebnih ukrepov za zagotovitev minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti stavb tako, da se dosežejo optimalni stroški. Prav tako so dolžne sprejeti potrebne ukrepe, kadar gre za zamenjavo elementov stavbe ali njihovo nadgradnjo, da bi bile izpolnjene minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti teh elementov, ki so del ovoja stavbe in imajo velik vpliv na energetske učinkovitosti ovoja stavbe. Pri tem naj bi dosegli optimalno stroškovno raven. Zahteve se razlikujejo glede na različne kategorije stavb in glede na to, ali gre za nove ali obstoječe stavbe. Da bi se izognili možnim negativnim učinkom, je potrebno upoštevati splošne notranje klimatske pogoje, kot recimo neustrezno prezračevanje, lokalne pogoje, namen uporabe in starost stavbe. Za tiste energetske učinkovitosti, ki med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom niso stroškovno učinkovite, ni potrebno izpolnjevati minimalnih zahtev. Te zahteve glede energetske učinkovitosti se pregledujejo v ciklikih, ki niso daljši od petih let in se po potrebi posodablajo. [3]

Sedmi člen Direktive je namenjen večjim prenovam obstoječih stavb ali njenih delov. Govorimo o prenovljenih stavbah ali stavbni enoti kot celoti. Države članice EU so dolžne sprejeti ukrepe za zagotavljanje energetske učinkovitosti in njene izboljšave v primerih dobrih tehničnih, funkcionalnih in ekonomskih pogojev. Isti ukrepi veljajo pri nadgradnji ali zamenjavi elementov stavb, ki so del ovoja stavbe in imajo velik vpliv na energetske učinkovitosti ovoja stavbe. Pri večji prenovi stavb je potrebno preučiti in upoštevati visoko učinkovite alternativne sisteme, če so izpolnjeni tehnični, funkcionalni in ekonomski pogoji. Taki sistemi so decentralizirani sistemi oskrbe z energijo iz obnovljivih virov, soproizvodnja, daljinsko ali skupinsko ogrevanje ali hlajenje ter toplotna črpalka. [3]

O finančnih spodbudah in morebitnih tržnih ovirah je napisano v desetem členu. V ta namen so države članice EU dolžne sprejeti določene ukrepe, če želijo pospešiti energetske učinkovitost stavb in prehod na skoraj nič-energijske stavbe. Tako že od leta 2011 članice EU oblikujejo in sproti posodablajo seznam s potrebnimi ukrepi in instrumenti, med drugim tudi finančnimi, za uresničevanje ciljev te direktive. Komisija pregleduje učinkovitost seznama, njegovo usklajenost z EU in mednarodnimi finančnimi institucijami ter članicam svetuje in nudi priporočila, ob upoštevanju načela subsidiarnosti. Po potrebi Komisija državam članicam nudi pomoč pri pripravi nacionalnih in regionalnih programov finančne podpore za povečanje energetske učinkovitosti. Najbolj učinkovit način je izmenjava najboljših praks med oblastjo in organi na regionalnem in nacionalnem nivoju. Komisija z namenom izboljšanja financiranja pripravi analizo o učinkovitosti in ustrezni višini sredstev iz strukturnih skladov in programov za povečanje energetske učinkovitosti stavb in oceni dejansko porabo teh sredstev. Poleg tega oceni uporabo sredstev EIB in drugih javnih finančnih institucij ter usklajenost EU z nacionalnim virom financiranja in zadostnost teh sredstev, da bi se dosegli cilji EU. S to analizo Komisija po potrebi Evropskemu parlamentu in Svetu predloži predloge in ukrepe o instrumentih EU. Države članice naj bi pri zagotavljanju spodbud za gradnjo ali večjo prenovo stavb upoštevale optimalne stroške, vendar jim direktiva ne preprečuje, da bi presegle te stroške za nove stavbe, prenovo ali elemente stavb. [3]

2.2 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010, Uradni list RS, št. 52/2010: 7840)

Pravilnik uporabljamo pri gradnji novih stavb in prenovi celotne stavbe, oziroma samo enega dela stavbe, kjer je poseg najmanj 25 % celotnega toplotnega ovoja. V primeru, da je poseg manjši od 25 % celotnega toplotnega ovoja, morajo biti dela izvedena tako, da bodo ustrezala zahtevam smernice za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije. [10]

V 1. členu pravilnika so opredeljeni pogoji, ki morajo biti izpolnjeni, da bi bila energija učinkovito rabljena v stavbah. To so dejavniki iz področij :

- ogrevanja,
- hlajenja,
- prezračevanja,
- toplotne zaščite,
- tople vode,
- razsvetljave,
- zagotavljanja lastnih virov energije. [10]

Za izračun energijskih lastnosti stavbe se uporablja metodologija skladna z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in Sveta o energetske učinkovitosti stavb. [10]

Kadar želimo zagotoviti učinkovito rabo energije v stavbi, moramo upoštevati robne pogoje, ki so navedeni v 6. členu pravilnika. To so: starost stavbe, namen njene uporabe, lega, konstrukcijski sklopi in obnovljivi viri energije. [10]

Da bi stavba in njeni uporabniki utrpeli čim manj škode, jo je treba graditi in projektirati na način, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po energiji čim manjši. »S toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja je potrebno:

- zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe;
- zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanje stavbe;
- zagotoviti tako sestavo gradbenih konstrukcij, da ne prihaja do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare;
- nadzorovati (uravnavati) zrakotesnost stavbe«. [10]

2.3 Tehnična smernica TSG – 1 – 004: 2010

TSG4 je izdalo Ministrstvo za okolje in prostor v soglasju z Ministrstvom za gospodarstvo, na podlagi Zakona o graditvi objektov. S tem dokumentom se za določene objekte opredelijo bistvene zahteve, pogoji za projektiranje, razredi gradbenih materialov, ki se bodo vgrajevali, in način gradnje. Namen graditeljev je zgraditi zanesljiv in varen objekt za ves čas njegove življenjske dobe. Za tak objekt morajo biti izpolnjeni pogoji glede mehanske odpornosti in stabilnosti, požarne varnosti, higienske zaščite, varnosti pri uporabi in varčevanju z energijo. Pravni okvir delovanja smernice predstavlja Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. [11]

2.3.1 Namen in področje uporabe

Smernica se uporablja na različne načine za zagotavljanje učinkovite rabe energije, na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, tople pitne vode, razsvetljave in zagotavljanja deleža obnovljivih virov energije ter izračunavanja energijskih lastnosti stavbe. Smernica se uporablja za naslednje primere:

- arhitekturne zasnove, od katere je odvisna učinkovita raba energije;
- toplotna prehodnost individualnih gradbenih elementov in sklopov;
- sončno obsevanje naj bi pasivno zmanjševalo pregrevanje;

- gradbene konstrukcije morajo biti takšne, da difuzijski prehod vodne pare ne bo povzročil škode ali poškodb;
- tehnične rešitve in ravni morajo biti primerne zrakotesnosti stavbe;
- izpolnjene morajo biti zahteve, ki določajo načrtovanje in izvedbo cevovodnega razvoda ogrevanja in hlajenja ter prezračevanja;
- ogrevalni sistemi morajo biti na primerni projektni temperaturi;
- sistem ogrevanja je uravnotežen in reguliran po določenih načinih;
- klimatske naprave in sistemi morajo imeti energijske lastnosti;
- sistemi klimatizacije morajo biti regulirani;
- določeni so nivoji ravni potrebnega vračanja toplote ali hladu odtočnega zraka;
- pri pripravi tople pitne vode so določeni elementi, ki zagotavljajo večjo učinkovitost;
- določeni so pogoji za načrtovanje in izvedbo cevovodnega razvoda tople pitne vode;
- določene so energijske zahteve elementov razsvetljave in deli stavbe, v katerih je razsvetljava odvisna od dnevne svetlobe oziroma pristnosti uporabnikov. [11]

Smernica opredeljuje različne vrste stavb, za katere se uporabljajo določene metodologije za izračun energijskih lastnosti stavbe in se tako preverja učinkovita raba energije. Ločimo enostanovanjske in večstanovanjske stavbe, pisarniške stavbe, stavbe za izobraževanje, za zdravstvo, za gostinstvo, športne dvorane, trgovske stavbe ter stavbe za storitvene dejavnosti. Metodologija se določi glede na namenskost stavbe, temelji pa na podlagi slovenskih standardov, ki so oblikovani iz mednarodnih, evropskih ali tujih nacionalnih standardov. Dovoljena je uporaba standardov drugih držav članic EU ali Turčije, vendar le pod pogojem, če s temi standardi lahko dosežemo enake ravni energijske učinkovitosti. [11]

2.4 Energetski zakon (EZ-1, Uradni list RS, št. 17/2014: 1787)

V prvem členu zakona so določene energetske politike, delovanje trga z energijo in gospodarskih javnih služb s tega področja, ukrepi, ki zagotavljajo oskrbo z energijo in povečujejo energetske učinkovitost ter načela za varčevanje z energijo. Prav tako zakon vsebuje priporočila za večjo rabo energije iz obnovljivih virov in pogoje za obratovanje energetskih naprav. V zakonu je opredeljeno delovanje Agencije za energijo ter ostalih organov, ki svoje naloge opravljajo na podlagi tega zakona. Z upoštevanjem načel trajnostnega razvoja naj bi se zagotovila varna in zanesljiva, dostopna ter konkurenčna oskrba z energijo in energetskimi storitvami. Cilji na področju oskrbe z energijo so sledeči:

- zagotoviti varno, zanesljivo in učinkovito oskrbo z energijo in energetskimi storitvami,
- zagotoviti učinkovito pretvorbo energije,

- zmanjšati rabo energije,
- ustvariti konkurenčno oskrbo z energijo ,
- povečati rabo obnovljivih virov energije in nizkoogljičnih energetskih tehnologij,
- skrbeti za učinkovito izvajanje določb tega zakona
- ter zagotoviti varstvo potrošnikov, ki so končni odjemalci energije. [12]

V 23. členu je predstavljen pomemben razvojni dokument, imenovan Energetski koncept Slovenije, ki predstavlja nacionalni energetski program za obdobje prihodnjih dvajset let in okvirno za štirideset let. Vlada ga obnavlja vsakih deset let oziroma po potrebi že prej. Program je sestavljen glede na gospodarske, okoljske in družbene razmere države ter na podlagi mednarodnih obvez. V energetskem konceptu Slovenije so določeni:

- energetska bilanca in način, na kateri se bo Slovenija oskrbovala z energijo, glede na smeri njenega razvoja,
- cilji in ukrepi za doseganje ciljev države na področju oskrbe z energijo,
- obveze vezane na obnovljive vire energije,
- programski proračun Republike Slovenije, ki mora vključevati cilje energetske politike. [12]

2.5 Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1, Uradni list RS št. 82/2013: 9183)

Z Zakonom o gradbenih proizvodih so določeni pogoji za dajanje na trg gradbenih proizvodov, ki nimajo harmoniziranih tehničnih specifikacij, po katerih bi se ravnale. Zakon se uporablja tudi v postopkih določitve organov za slovenska tehnična soglasja in pri podelitvi slovenskih tehničnih soglasij.

Zakon se uporablja za izvajanje Uredbe 305/2011/EU o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov. Z zakonom je urejena objava slovenskih standardov, jezik objave, postopek imenovanja organov, ki izvajajo naloge tretje stranke v postopku, in določitev pristojnega organa za kontrolo gradbenih proizvodov na trgu.

Gradbeni proizvod, ki ga proizvajalec pošlje na trg, mora biti zajet v harmonizirani tehnični specifikaciji. V primeru da to ni, morajo biti lastnosti proizvoda dokazane z naslednjimi tehničnimi specifikacijami:

- skladnost z veljavnimi slovenskimi nacionalnimi standardi,
- imeti morajo slovensko tehnično soglasje,
- prikazane morajo imeti druge tehnične specifikacije, iz katerih je razvidno stanje tehnike in tehnologije. [13]

Proizvajalec lahko pošlje proizvod na trg tudi, če poleg harmoniziranega standarda, temelji na naštetih tehničnih specifikacijah, vendar le v primeru istočasne veljavnosti. [13]

2.6 Uredba o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov (Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov)

Uredba št. 305/2011 Evropskega parlamenta in Sveta je uredba o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in dostopanja do njih. Po pravilih držav se morajo gradbeni objekti načrtovati in graditi tako, da zagotavljajo ljudem in živalim varnost ter niso škodljivi za okolje. Glede na to, se oblikujejo nacionalni standardi za gradbene proizvode, nacionalna tehnična soglasja in druge nacionalne tehnične specifikacije in določbe v zvezi z gradbenimi proizvodi. Prav tako uredba določa uporabo oznake CE na teh proizvodih. [14]

Za prost pretok trgovine gradbenih proizvodov je nujna odprava tehničnih ovir. To se lahko doseže samo z oblikovanjem harmoniziranih tehničnih specifikacij, z namenom ocenjevanja lastnosti gradbenih proizvodov, v zvezi z osnovnimi zahtevami za gradbene objekte. Te specifikacije so opredeljene v harmoniziranih standardih in evropskih ocenjevalnih dokumentih. [14]

V primeru uporabe gradbenih proizvodov v državi članici, ki želi izpolnjevati osnovne zahteve za gradbene objekte ali pa ustreza evropski tehnični oceni, ki je bila zanj izdana, proizvajalec določi bistvene značilnosti, katerih lastnosti navede v izjavi o lastnostih za proizvod. Le s to izjavo se lahko zagotovijo informacije o lastnosti v zvezi z bistvenimi značilnostmi proizvoda. [14]

Oznaka CE je obvezna za tiste gradbene proizvode, za katere obstaja evropski harmonizirani standard ali je zanj izdana evropska tehnična ocena in o katerem je potrebno pripraviti izjavo o lastnostih. V nasprotnem primeru se oznaka CE ne namesti. Za to oznako je odgovoren proizvajalec in sicer:

- zagotavlja, da je gradbeni proizvod skladen z navedenimi lastnostmi,
- zagotavlja, da je gradbeni proizvod skladen z vsemi veljavnimi zahtevami te uredbe in drugih relevantnih predpisov. [14]

3 PREDSTAVITEV VEČSTANOVANJSKEGA OBJEKTA

3.1 Opis večstanovanjskega objekta

Večstanovanjski objekt se nahaja v Ljubljani, natančneje na naslovu Ulica 15. aprila 5 in 7. Objekt je bil zgrajen leta 1957. Stanovanjski blok je pravokotne oblike iz tlorisnega pogleda in meri 36,15 m v dolžino, 9,55 m v širino in 13,5 m v višino. Postavljen je ob Ulici 15. aprila z vzdolžno osjo v smeri vzhod-zahod. Vhod je s severne strani. Stanovanjski blok ima dva glavna in dva stranska vhoda, klet, pritličje, tri nadstropja in delno izzidano podstrešje. Dvigala nima. V kleti so stanovanjem pripadajoče shrambe za ozimnico. V skupnih prostorih sta dve kolesarnici, ki imata po en stranski vhod.

Celoten objekt sestavlja 24 stanovanj. V pritličju in vsakem nadstropju je šest stanovanjskih enot. V stanovanjskem bloku je osem enosobnih, osem dvosobnih in osem trisobnih stanovanj, skupaj 24 stanovanj. Stanovanjski blok ima dve stopnišči. Stopnišče je dvoramno in osvetljeno skozi okna severne fasade. Vsako stanovanje ima balkon, izjema so štiri stanovanja v pritličju, ki balkona nimajo. Zidovi so opečni, stropi so armirano betonski, fasade so ometane.



Slika 1: Obravnavani večstanovanjski objekt (Vir: lasten, 2015)

3.2 Vhodni podatki

V preglednici 1 so prikazani splošni podatki večstanovanjskega objekta.

Preglednica 1: Splošni podatki večstanovanjskega objekta

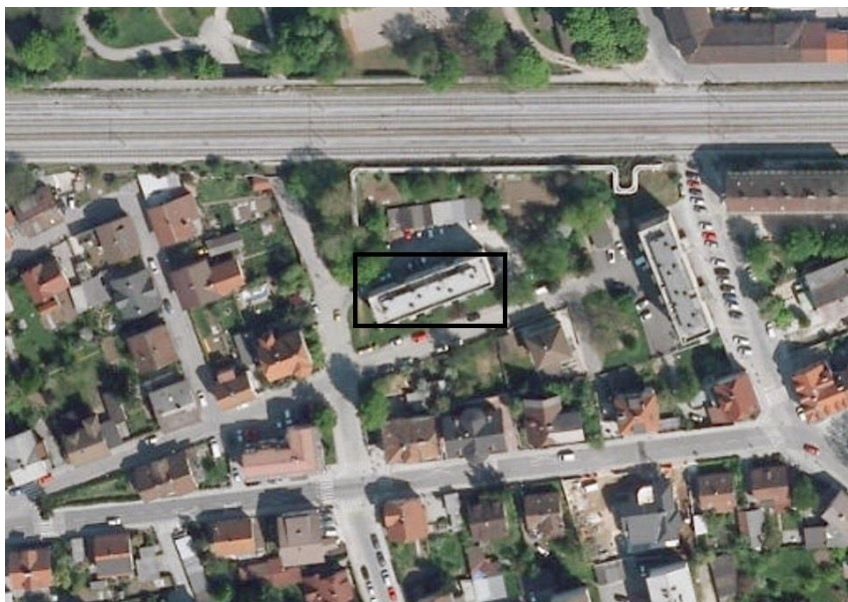
Neto uporabna površina A_u (m ²)	1145,92 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	2864,80 m ³
Površina fasade brez odprtín	4479,158 m ²
Površina odprtín S	66,518 m ²
Površina odprtín J	88,263 m ²
Površina odprtín V	13,35 m ²
Površina odprtín Z	13,35 m ²
Notranja projektna temperatura	20 °C

Večstanovanjsko stavbo sem, glede na uporabnost razdelil na dve coni. Bivalni del, stopnišče in delno izzidano podstrešje sem umestil v ogrevano cono, klet pa v neogrevano cono. Glede na to, da stopnišče z delno izzidanim podstrešjem ne presega 20 % ogrevane prostornine stavbe, lahko po TSG4 to privzamemo kot eno toplotno cono. [11]

Kot mejno vrednost sem izbral vrednosti iz TSG4, ki so začele veljati od 1. januarja 2015. Pri načinu upoštevanja toplotnih mostov sem izbral poenostavljen način. Glede na to, da nimam točno znane sestave tal, se lahko za toplotno prevodnost zemljine uporabi vrednost $\lambda_G = 2,0 \text{ W/(mK)}$. [9]

3.3 Lokacija in klimatski podatki

Objekt je lociran v središču Ljubljane, s koordinatami GKX: 101664 in GKY: 464254. Glede na podane koordinate, program izpiše klimatske podatke, značilne za to območje. [15]



Slika 2: Lokacija bloka (Vir: Atlas okolja)

Preglednica 2: Klimatski podatki

Temperturni primanjkljaj DD (dan K)	3300
Projektna temperatura	-13
Povprečna letna temperatura (°C)	9.9
Letna sončna energija (kWh/m²)	1121
Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	230
Začetek ogrevalne sezone (dan)	270
Konec ogrevalne sezone (dan)	135

Preglednica 3: Klimatski podatki

Mesec	Povprečna tem. (°C)	Globalno sončno sevanje po orientacijah					Ogrevanje (dnevi)
		Hor.	S	J	V	Z	
Januar	-1.0	102	28	52	156	75	31
Februar	1.0	174	41	80	215	121	28
Marec	6.0	307	70	149	260	179	31

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 3

April	10.0	437	110	210	251	220	30
Maj	15.0	546	133	256	237	251	15
Junij	18.0	569	153	250	218	264	0
Julij	20.0	610	141	263	240	283	0
Avgust	19.0	528	116	239	269	260	0
September	15.0	362	84	163	259	188	3
Oktober	10.0	213	58	101	203	116	31
November	4.0	106	34	57	121	58	30
December	1.0	77	25	43	111	48	31
Ogrevalna sezona	5.3	1719	443	836	1460	960	230

3.4 Ogrevana cona

Ogrevana cona obsega 1145,92 m² uporabne površine cone in 2864,80 m³ prostornine cone. Vrsta konstrukcije glede na toplotno kapaciteto je srednja. Po ravnanju iz TSG4, sem za notranjo projektno temperaturo pozimi izbral 20 °C in 26 °C za projektno notranjo temperaturo poleti. [11] Povprečno moč dobitkov notranjih virov sem določil po formuli $4 \times A_U$ in znaša 4584 W.

Prezračevanje je lahko naravno, mehansko ali hibridno. V obravnavanem objektu je naravno prezračevanje. Urno izmenjavo zraka z zunanjim okoljem sem ocenil na 0,9 h⁻¹, kjer sem upošteval slabo zrakotesnost ovoja in izgube skozi ovoj stavbe, kasneje pri izboljššanem ovojju stavbe, pa sem upošteval faktor 0,6 h⁻¹. Minimalna urna izmenjava zraka na uro je 0,50, kar pomeni, da se v eni uri izmenja 50 % zraka. Odprtine v bloku upoštevamo glede na smeri neba.

Preglednica 4: Odprtine glede na smeri neba za ogrevano cono

Orientacija	A_w (m²)	U_w (W/m²K)	G_{gl,w} (-)	F_{F,w} (-)
J	86,48	1,17	0,58	0,7
S	64,73	1,17	0,58	0,7
V	11,00	1,17	0,58	0,7
Z	11,00	1,17	0,58	0,7

3.5 Neogrevana cona

Neogrevana cona kleti obsega 276,19 m² uporabne površine cone in 649,04 m³ prostornine cone. Tako kot v ogrevani coni, tudi tukaj upoštevamo naravno prezračevanje s faktorjem 0,9 h⁻¹ urne izmenjave zraka z zunanjim okoljem in 0,50 h⁻¹ minimalne izmenjave zraka. V preglednici 5 so navedene odprtine glede na smeri neba.

Preglednica 5: Odprtine glede na smeri neba pri neogrevani coni

Orientacija	A _w (m ²)	U _w (W/(m ² K))	G _{gl,w} (-)	F _{F,w} (-)
J	1,79	2,80	0,76	0,7
S	1,79	2,80	0,76	0,7
V	2,35	2,80	0,76	0,7
Z	12,35	2,80	0,76	0,7

3.6 Obstoječi konstrukcijski sklopi

S pomočjo načrtov bloka, ki sem jih pridobil in dejanskih izmerah na objektu, sem v nadaljevanju prikazal konstrukcijske sklope in toplotne prehodnosti za: tla na terenu, zunanjo steno, tla proti neogrevani kleti in streho. Preveriti želim ali obstoječi konstrukcijski sklopi ustrezajo toplotni prehodnosti po PURES-u 2010. Toplotno prehodnost posameznih sklopov sem preveril s programom TEDI, kjer materiale navajamo od notranje toplejše strani proti zunanji hladnejši strani.

Preglednica 6: Tla proti neogrevani kleti

TLA PROTI NEOGREVANI KLETI	
Material	Debelina (m)
Hrastov parket	0,03
Cementni estrih	0,05
Polietilenska folija	0,01
Mineralna volna	0,03
Beton iz kamitega agregata	0,20
Podaljšana apnena malta	0,02
Uizračunani = 0,797 (W/(m ² K)) > U _{max} = 0,280 (W/(m ² K))	
KS NE ODGOVARJA	

Preglednica 7: Streha

STREHA	
Material	Debelina (m)
Podaljšana apnena malta	0,02
Beton iz kamnitega agregata	0,15
bitumen	0,01
XPS plošča	0,05
Pralne plošče	0,03
Uizračunani = 0,560 (W/(m ² K)) > U _{max} = 0,200 (W/(m ² K))	
KS NE ODGOVARJA	

Preglednica 8: Tla na terenu

TLA NA TERENU	
Material	Debelina (m)
Cementni estrih	0,05
Beton iz kamnitega agregata	0,20
Nasutje	0,5
Uizračunani = 1,611 (W/(m ² K)) > U _{max} = 0,350 (W/(m ² K))	
KS NE ODGOVARJA	

Preglednica 9: Zunanja stena

ZUNANJA STENA	
Material	Debelina (m)
Apnena malta	0,03
Opeka	0,38
Apnena malta	0,03
Uizračunani = 1,112 (W/(m ² K)) > U _{max} = 0,280 (W/(m ² K))	
KS NE ODGOVARJA	

4 PREDSTAVITEV UKREPOV IN IZRAČUN

4.1 Stavbno pohištvo

Med pomembne ukrepe za energetske učinkovite ovoj stavbe sodi tudi tesnjenje oken in zamenjava oken. V primeru tesnjenja oken na starejših stavbah, lahko prihranimo med 10 % in 15 % energije za ogrevanje, investicija pa se povrne v približno dveh letih. S prezračevanjem imamo lahko, v slabo toplotno izoliranih stavbah, kar tretjino toplotne izgube energije za ogrevanje. [1] S primernim ovojem za toplotno zaščito izgube dosega že polovico toplotnih potreb. Kljub temu, da imamo dobro tesnjena okna, pa je zaradi higienskih zahtev potrebno aktivno prezračevanje. Naravno prezračevanje je eden od pasivnih ukrepov, ki je pomembno v jutranjih in večernih urah, da bi bila potreba po hlajenju čim manjša. Zrak v prostorih mora biti zmeraj svež in prijeten, saj bi drugače lahko ogrožal zdravje ljudi v prostoru. [1], [5], [11], [16]

V primeru zamenjave oken je pomembno, da se odločimo za kakovostna energetske učinkovita okna, s toplotnoizolacijskimi okenskimi okviri in dvojno zasteklitvijo, ki je energetske bolj učinkovita in ima manjše izgube kot navadna zasteklitev. V TSG4 imamo določene maksimalne vrednosti toplotne prehodnosti, ki za okna z lesenim okvirjem in okvirjem iz umetne mase znaša $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ter s kovinskim okvirjem znaša $1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Z menjavo navadnih oken za energetske učinkovita, ki imajo dobro zrakotesnost, lahko prihranimo približno 20 % energije za ogrevanje. Naložba predstavlja med 10 % in 15 % večjo vrednostjo, povrne pa se v približno treh letih, kar je ugodno, bolj kot to, pa nujno in dolgoročno učinkovito. [1], [11]

4.2 Eko sklad

Slovenski okoljski javni sklad, t.i. Eko sklad je bil z Zakonom o varstvu okolja ustanovljen leta 1993. Sprva je šlo za neprofitno delniško družbo, ki se je leta 2001 z Zakonom o javnih skladih preoblikoval v javni sklad. Od leta 2004 ga poznamo kot Ekološki sklad Republike Slovenije. Njegova vloga je vseskozi ostala nespremenjena in sicer spodbujanje razvoja na področju varstva okolja. Deluje na podlagi sredstev, ki so mu dodeljena s strani države. Poleg varstva okolja pa se ukvarja tudi z upravljanjem sredstev za degradirana območja na podlagi Zakona o rudarstvu. [17]

Eko sklad je edina ustanova v Sloveniji, ki zagotavlja finančna sredstva za okoljske projekte, s tem, da nudi kreditiranje iz namenskega premoženja in preko nepovratnih finančnih spodbud. Za razliko od bančnega, gre pri takšni vrsti kreditiranja za nižjo obrestno mero in daljšo dobo odplačila. Podatki kažejo, da so ti stroški nižji tudi za 15 %. [17]

Pozitivni učinki Eko sklada so pozitiven vpliv na davčne prihodke, zmanjševanje sive ekonomije, več novih zelenih delovnih mest in trajnostni razvoj gradbeništva. S temi učinki, se Eko sklad bori proti okoljski in ekonomski krizi in si zagotavlja svetlo prihodnost. [17]

Eko sklad pri svojem delovanju izvaja finančne programe:

- nudi kredite pravnim osebam, bodisi občinam, manjšim ali večjim podjetjem, v smislu okolju prijazne tehnologije in proizvodov, boljše energetske učinkovitosti, obnovljivih virov energije, naložb v energetske prihranke,
- nudi kredite občanom za naložbe v energetske prihranke, za nove naprave na fosilna goriva, za zmanjšanje porabe vode, priklop na kanalizacijsko omrežje,
- občanom nudi nepovratne finančne spodbude, za namen nakupa baterijskih električnih vozil ali energetske učinkovite naložbe v stanovanjske stavbe,
- občanom, javnim in zasebnim podjetjem nudi nepovratne finančne spodbude za namen nakupa baterijskih električnih vozil ali avtobusov za javni potniški promet, ki bi delovali na zemeljski plin ali bioplin,
- občanom nudi nepovratne finančne spodbude za namen gradnje ali obnove nizkoenergijskih in pasivnih stavb v občinskih lasti, ki bi služili vzgojno izobraževalni dejavnosti, denimo šole ali vrtci. [17]

Financiranje Eko sklada temelji na Uredbi o zagotavljanju prihrankov energije pri končnih odjemalcih. Namensko premoženje sklada je najpomembnejši finančni vir, kateremu se priključijo tudi večje mednarodne organizacije, npr. Evropska investicijska banka ter Mednarodna banka za obnovo in razvoj. [17]

4.2.1 Izolacija fasade

Pravico do nepovratne finančne spodbude se pridobi pri vgradnji fasadnega sistema, katerega debelina toplotne izolacije meri najmanj 18 cm, toplotna prevodnost pa je lahko $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$. Debelina izolacije je lahko tudi manjša, v primeru da je izkazano razmerje $\lambda/d \leq 0,250 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Takšno razmerje mora biti izkazano tudi ko gre za fasadni sistem s toplotno izolacijo iz naravnih materialov, ne glede na vrednost toplotne prevodnosti. Višina nepovratne finančne spodbude znaša do 25 % priznanih stroškov naložbe, vključujejo pa nakup in vgradnjo celotnega fasadnega sistema in toplotne izolacije podzidka, postavitev gradbenega odra, demontažo starih ter nakup in montažo novih okenskih polic, odstranitve ali izravnavo ometa ter obdelavo špalet. [17]

4.2.2 Izolacija strehe

Pravico do nepovratne finančne spodbude se pridobi pri vgradnji toplotne izolacije strehe proti neogrevanemu delu, katerega debelina toplotne izolacije meri najmanj 30 cm, toplotna prevodnost pa je $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$. Debelina izolacije strehe je lahko tudi manjša, v primeru da je izkazano razmerje $\lambda/d \leq 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Takšno razmerje mora biti izkazano tudi, ko gre za toplotno izolacijo, ki je iz naravnih materialov, ne glede na vrednost toplotne prevodnosti. Višina nepovratne finančne spodbude znaša do 25 % priznanih stroškov naložbe in vključujejo: vgradnjo toplotne izolacije in parne zapore ter paropropustne folije, zaključne obloge, ki se uporabljajo za izolacijo strehe, odvisno ali je strop proti neogrevanemu prostoru in tudi za strošek odstranitve starih slojev strehe, novo hidroizolacijo ter izvedbo estriha kot zaključne obloge. [17]

4.3 Podani ukrepi

V nadaljevanju sem predstavil ukrepe s katerimi bom izboljšal toplotno izolativnost objekta. Pri izolaciji stene in strehe sem v ukrep vključil Eko sklad in dodatno toplotno izolacijo prilagodil njihovim zahtevam.

Ukrep 1 : zamenjava oken in vhodnih vrat

Prvotna lesena okna s toplotno prehodnostjo $U = 2,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in prehodom celotnega sončnega sevanja $g = 0,76$, v skupnem hodniku, so bila v zadnjem letu zamenjana z novimi dvoslojnimi okni. Tudi vsi stanovalci smo v zadnjih dveh letih vsa prvotna lesena okna zamenjali z novimi dvoslojnimi okni tako, da se prvotna okna in vrata nahajajo samo še v skupnih kletnih prostorih. Za boljšo predstavo in primerjavo sem v analizi navedel tudi prvotno stanje, ko je še celotna stavba imela prvotna okna in vrata. Kot možen izboljševalni ukrep sem navedel, da bi obstoječa okna, s toplotno prehodnostjo $U = 1,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in prehodom celotnega sončnega sevanja transparentnega dela $g = 0,58$ zamenjali s troslojnimi lesenimi okni z nizkoemisijemskim nanosom in s 16 mm argona med stekli, s toplotno prevodnostjo $U = 0,89 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in faktorjem celotnega sončnega sevanja $g = 0,53$.

Preglednica 10: Lastnosti posameznih tipov oken

Tip okna	U (W/(m ² K))	g (-)
Dvojno zrak(10 mm) -les	2,80	0,76
Dvojno Low-e, Ar (16 mm)	1,17	0,58
Trojno low-e, Ar (16 mm)	0,89	0,53

Ukrep 2: Toplotna izolacija zunanje stene – kombinacija 1

Kot drugi ukrep sem izbral toplotno izolacijo zunanjih sten. Glede na to, da je stavba v obstoječem stanju brez toplotne izolacije, pričakujem, da bosta ta ukrep in ukrep 3 bistveno znižala potrebno rabo toplote v stavbi. Če bi hoteli zadostiti pogoju po PURES-u 2010, ki zahteva da je največja dovoljena toplotna prehodnost $U < 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, bi v našem primeru zadostovalo že 11 cm toplotne izolacije ekspandiranega polistirena, vendar ker to ni standardna dimenzija, izberemo 12 cm.

Preglednica 11: Zunanja stena - ukrep 2

ZUNANJA STENA	
Material	Debelina (m)
Apnena malta	0,03
Opeka	0,38
Apnena malta	0,03
Fragmat EPS 70	0,12
Mavčna malta na rabc mrežici	0,01
Uizračunani = $0,250 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
KS ODGOVARJA	

Ukrep 3: toplotna izolacija zunanje stene – kombinacija 2

Za drugi ukrep izolacije zunanje stene in ob enem tudi zagotovitve zahtev Eko sklada, je predlagana toplotna izolacija stavbnega ovoja z 20 cm toplotne izolacije ekspandiranega polistirena. Če želimo biti upravičeni do nepovratno finančne spodbude, se mora vgraditi fasadni sistem z najmanj 18 cm toplotne izolacije, s toplotno prevodnostjo $\lambda < 0,045 \text{ W}/(\text{mK})$. V primeru da je razmerje $\lambda/d < 0,250 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, je debelina toplotne izolacije lahko tudi manjša. [17]

Preglednica 12 : Zunanja stena - ukrep 3

ZUNANJA STENA	
Material	Debelina (m)
Apnena malta	0,03
Opeka	0,38
Apnena malta	0,03
Fragmat EPS 70	0,20
Mavčna malta na rabc mrežici	0,01
Uizračunani = $0,165 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
KS ODGOVARJA	

Ukrep 4: Dodatna toplotna izolacija tal proti neogrevani kleti

Kot četrti ukrep je predlagana dodatna toplotna izolacija nad neogrevano kletjo. Da bi zagotovili zahteve po PURES-u, smo dodali 12 cm toplotne izolacije iz kamene volne, s toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$.

Preglednica 13: Tla proti neogrevani kleti - ukrep 4

TLA PROTI NEOGREVANI KLETI	
Material	Debelina (m)
Hrastov parket	0,03
Cementni estrih	0,05
Polietilenska folija	0,01
Kamen volna	0,12
Beton iz kamnitega agregata	0,20
Podaljšana apnena malta	0,02
Uizračunani = 0,243 (W/(m ² K)) < U _{max} = 0,280 (W/(m ² K))	
KS ODGOVARJA	

Ukrep 5: Dodatna toplotna izolacija strehe

Streha je bila leta 2009 že sanirana, vendar še vedno ne ustreza zahtevam po PURES-u 2010, tako da je predlagani ukrep 18 cm toplotne izolacije XPS plošče, s toplotno prehodnostjo $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$.

Preglednica 14: Streha - ukrep 5

STREHA	
Material	Debelina (m)
Podaljšana apnena malta	0,02
Beton iz kamnitega agregata	0,15
bitumen	0,01
XPS plošča	0,18
Pralne plošče	0,03
Uizračunani = 0,182 (W/(m ² K)) < U _{max} = 0,200 (W/(m ² K))	
KS ODGOVARJA	

Ukrep 6: dodatna toplotna izolacija strehe

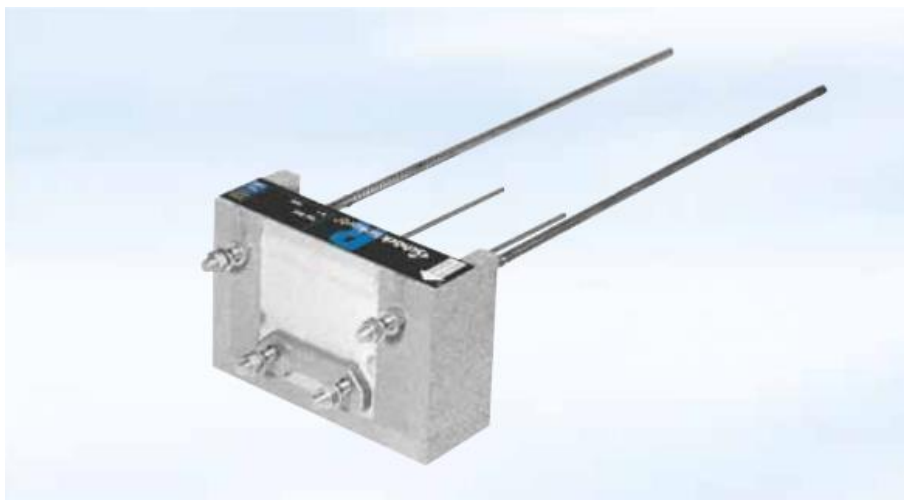
Eko sklad zahteva, da je streha izolirana najmanj s 30 cm toplotne izolacije, s toplotno prevodnostjo $\lambda < 0,045 \text{ W/(mK)}$ ali z ustrezno debelino materiala, kjer bi dosegli razmerje $\lambda/d < 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Iz sledečega zahtevanega razmerja nam zadostuje že 25 cm toplotne izolacije s toplotno prevodnostjo $0,035 \text{ W/(mK)}$. [17]

Preglednica 15: Streha - ukrep 6

STREHA	
Material	Debelina (m)
Podaljšana apnena malta	0,02
Beton iz kamnitega agregata	0,15
bitumen	0,01
XPS plošča	0,25
Pralne plošče	0,03
Uizračunani = $0,133 \text{ (W/(m}^2\text{K))} < U_{\text{max}} = 0,200 \text{ (W/(m}^2\text{K))}$	
KS ODGOVARJA	

Ukrep 7: odstranitev obstoječih balkonov in postavitve montažnih

Velik problem pri neizoliranih balkonih so toplotni mostovi, zato moramo stavbe projektirati tako, da je vpliv toplotnih mostov čim manjši. Zaradi pojavov toplotnih mostov imamo toplotne izgube, tako da moramo zato dovesti tudi do 30 % več energije. [11], [18] Eden od ukrepov in rešitev je odstranitev obstoječih balkonov in sidranje montažnih balkonov. Pri namestitvi novih balkonov, bom uporabil element Schöck Isokorb R, ki je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Schöck Isokorb R (Vir: Schöck)

Schöck Isokorb R je toplotno izoliran priključek, katerega jeklene palice so v notranjosti iz nerjavečega jekla iz rostfreia, okolica pa iz gradbenega jekla, ki se namesti na medetažne nosilne plošče. Po predhodno odrezanem balkonu, se najprej izvede statičen pregled strukture stropa in se izračuna optimalna rešitev. Na fasado se postavi šablona s katero se točno določijo luknje za vrtanje. Luknje se očistijo in napolnijo z Hilti lepilom. Nato vstavimo element Isokorb R. Med element in steno se vstavi beton, nato počakamo, da se vse skupaj utrdi. Naslednji dan, ko je element že strjen, se nanj vijači jekleni montažni balkon. Balkone podpremo s stebri. Vsa nova jeklena konstrukcija je izvedena iz pocinkanih profilov in obložena z lesom. Na sliki 4 je vzorčna slika balkona. [19]



Slika 4: Vzorčna slika balkona (Vir: Schöck)

4.4 Rezultati

Predstavljene vhodne podatke in nato podane ukrepe smo vstavili v program TOST, ki nam poda rezultate za:

- Koeficient specifičnih transmisij izgub stavbe H_T' ($W/(m^2K)$),
- Letno rabo primarne energije Q_P (kWh),
- Letno potrebno toploto za ogrevanje Q_{NH} (kWh),
- Letno potrebno toploto za ogrevanje na enoto neto uporabne površine Q_{NH}/A_U (kWh/(m^2a)),
- Letni izpust CO_2 na enoto uporabne površine.

Preglednica 16: Maksimalne dovoljene vrednosti po PURES-u 2010

H_T' (W/m ² K)	Q_P (kWh)	Q_{NH} (kWh)	Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))
0,39	228446	50895	44,41

Preglednica 17: Rezultati programa TOST za prvotno stanje, obstoječe stanje in stanje ukrepov

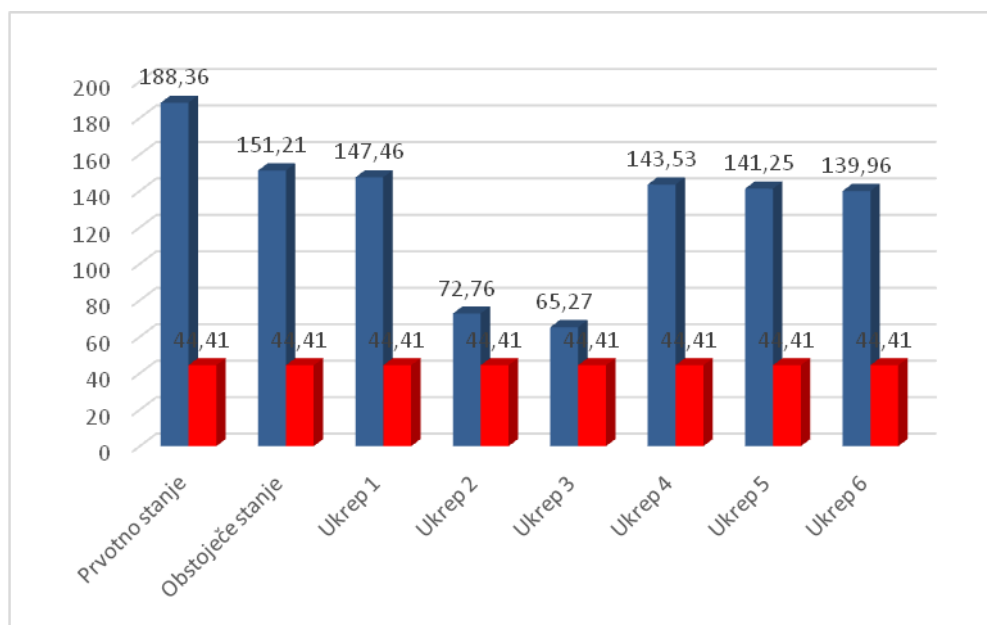
	H_T' (W/(m ² K))	Q_P (kWh)	Q_{NH} (kWh)	Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))	CO ₂ (kg/(m ² a))
Prvotno stanje	1,00	449700	215846	188,36	142635,90
Obstoječe stanje	0,87	389710	173273	151,21	122839,22
Ukrep 1	0,84	383665	168983	147,46	120844,32
Ukrep 2	0,39	263038	83374	72,76	81038,47
Ukrep 3	0,34	253356	74794	65,27	78325,18
Ukrep 4	0,85	377311	164474	143,53	118747,60
Ukrep 5	0,81	373628	161860	141,25	117532,13
Ukrep 6	0,80	371548	160384	139,96	116845,66

V nadaljevanju sem se osredotočil na transmisijske izgube stavbe, na letno potrebno toploto za ogrevanje na neto uporabne površine in na letne izpuste CO₂.

4.4.1 Potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine Q_{NH}/A_U (kWh/(m²a))

Preglednica 18: Zmanjšanje potrebne toplote glede na obstoječe stanje

	Obstoječ stanje	Ukrep 1	Ukrep 2	Ukrep 3	Ukrep 4	Ukrep 5	Ukrep 6
Zmanjšanje potrebne toplote glede na obstoječe stanje (%)	-	2,5 %	52 %	57 %	5 %	6,5 %	7 %



Grafikon 2: Potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine Q_{NH}/A_U (kWh/(m²a))

Kakor lahko razberemo iz preglednice 18 in grafikona 2, je objekt zelo potraten, saj je v prvotnem stanju, ko so bila nameščena okna s toplotno prevodnostjo $U = 2,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ porabil kar $188,36 \text{ kWh/m}^2$ na leto. Trenutno oz. obstoječe stanje z dvoslojnimi okni, je zmanjšalo potrebe po toploti za slabih 20 %.

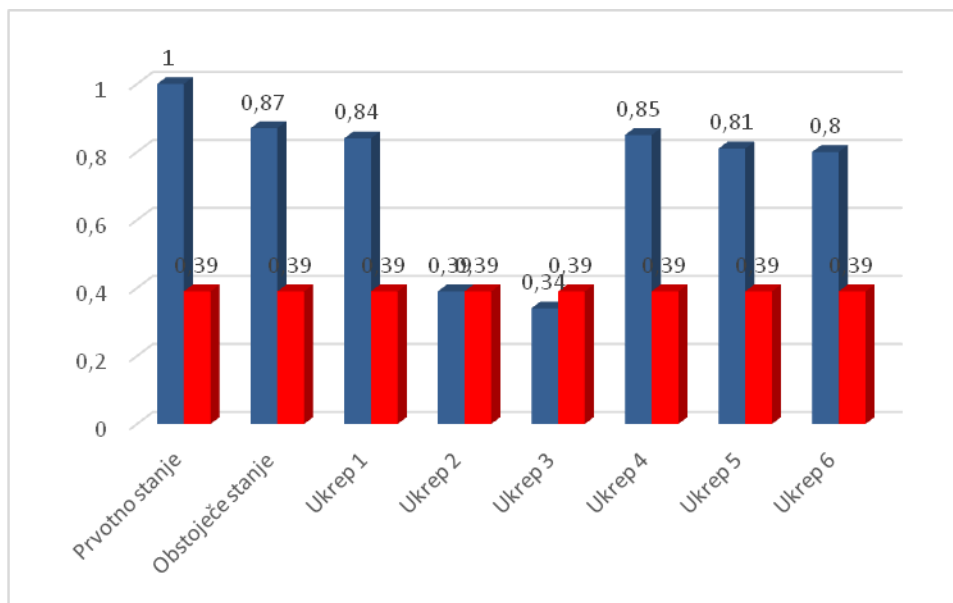
Glede na to, da so na objektu že nameščena dvoslojna okna, z ukrepom 1 ne doprinesemo prav veliko k izboljšavi. Z novimi troslojnimi lesenimi okni z nizkoemisijским nanosom in s 16 mm argona med stekli, s toplotno prehodnostjo $U = 0,89 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, se nam potreba po toploti, glede na obstoječe stanje, zmanjša le za 2,5 %.

Kot drugi in tretji ukrep sem izbral toplotno izolacijo zunanjih sten. Glede na to, da je stavba v obstoječem stanju brez toplotne izolacije, sta ta dva ukrepa najbolj pripomogla k energetske učinkovitosti stavbe. Pri ukrepu 2, kjer smo dodali 12 cm toplotne izolacije ekspandiranega polistirena, se nam zmanjša potreba po toploti za 52 %, pri ukrepu 3, kjer pa dodamo 20 cm toplotne izolacije ekspandiranega polistirena, pa za 57 % glede na obstoječe stanje.

Izolacija tal proti neogrevani kleti nam ne doprinese prav veliko k energetske učinkovitosti stavbe, saj se potrebna toplota glede na obstoječe stanje zmanjša le za 5 %.

Kot drugi najboljši ukrep upoštevamo dodatno toplotno izolacije strehe. S toplotno izolacijo strehe se nam potreba po toploti zmanjša za približno 7 %.

4.4.2 Koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe H_T' ($W/(m^2K)$)

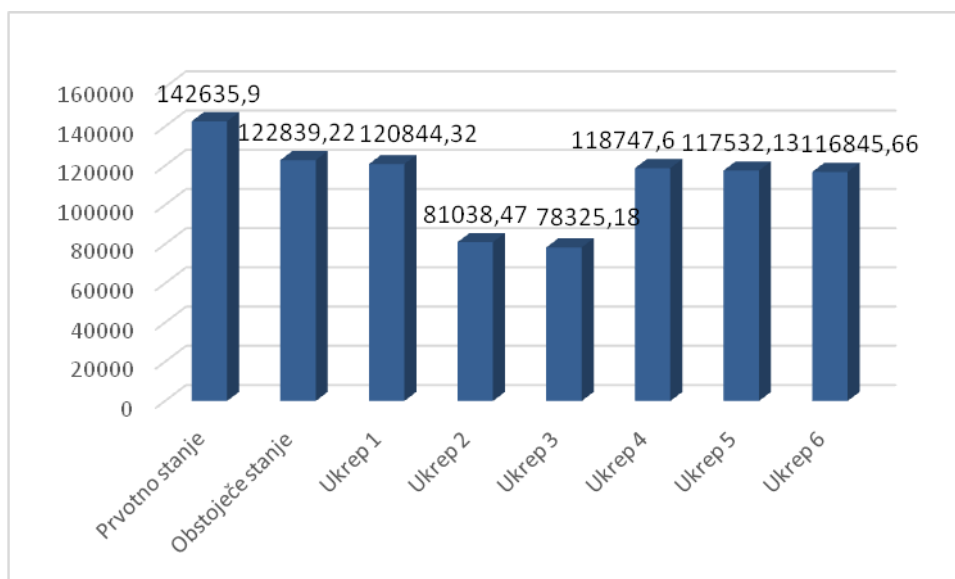


Grafikon 3: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe H_T' ($W/(m^2K)$)

Zaradi neizoliranih fasad, je toplotna prehodnost zunanjih sten zelo velika. Glede na rezultate v tabeli in prikaz na grafikonu, lahko ugotovimo, da se z ukrepoma 2 in 3, kjer toplotno izoliramo zunanjo steno, približamo maksimalno dovoljeni vrednosti transmisijskih izgub stavbe H_T' .

Pri prvotnem in obstoječem stanju vidimo, da je koeficient specifičnih transmisijskih izgub stavbe H_T' več kot 2 krat večji od dovoljenega. Ostali ukrepi ne vplivajo bistveno na vrednost H_T' .

4.4.3 Letni izpust CO_2 na enoto uporabne površine



Grafikon 4: Letni izpust CO_2 na enoto uporabne površine

Iz grafikona lahko razberemo, da k zmanjšanju letnih izpustov CO₂ na enoto uporabne površine, najbolj opazno prispevata ukrepa s toplotno izolacijo zunanje stene (ukrep 2 in ukrep 3) in to kar za 35 %. Menjava prvotnih oken z dvoslojnimi okni nam zmanjša letne izpuste CO₂ na enoto uporabne površine, za 14 %. Ostali vplivi glede na obstoječe stanje nimajo bistvenega vpliva.

4.5 Kombinacija ukrepov

V nadaljevanju sem predstavil še dve kombinaciji ukrepov in s tem poskušal doseči maksimalne vrednosti po PURES-u 2010:

- Pri kombinaciji 1 sem upošteval manjšo toplotno izolacijo pri zunanji steni in strehi ter obstoječa dvoslojna okna s toplotno prevodnostjo $U = 1,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Seštel sem ukrep 2, ukrep 4 in ukrep 5.
- Pri kombinaciji 2 sem upošteval toplotno izolacijo, ki ustreza zahtevam po Eko skladu, tako da je ta kombinacija bolj stroga. Upošteval sem ukrep 1, ukrep 3, ukrep 4 in ukrep 6.

Preglednica 19: Rezultati programa TOST za obstoječe stanje, kombinacijo 1 in 2

	H_T' (W/(m ² K))	Q_P (kWh)	Q_{NH} (kWh)	Q_{NH}/A_U (kWh/(m ² a))	CO ₂ (kg/(m ² a))
Obstoječe stanje	0,87	389710	173273	151,21	122839,22
Kombinacija 1	0,32	240947	65133	56,84	74471,16
Kombinacija 2	0,24	223664	51824	45,23	69061,61

Iz preglednice 19 vidimo, da nobena od podanih kombinacij ne zadostuje zahtevani maksimalni vrednosti letne potrebne toplote za ogrevanje na enoto neto uporabne površine $Q_{NH}/A_U = 44,41 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$. Tej vrednosti se bolje približamo s kombinacijo 2, kjer potrebo po toploti, glede na obstoječe stanje, zmanjšamo za 70 %. Pri kombinaciji 1 se nam potreba po toploti, glede na obstoječe stanje, zmanjša za 62 %.

Iz preglednice 16 in preglednice 19 lahko razberemo, da tako kombinacija 1 kot kombinacija 2 zadoščata zahtevam po PURES-u 2010, kjer mora biti maksimalni koeficient specifičnih transmisij izgradnje stavbe $H_T' = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Koeficient specifičnih transmisij izgradnje se nam s kombinacijo ukrepov 2 zmanjša za dobrih 72 %. Letni izpust CO₂ na enoto uporabne površine se v obeh primerih zmanjša za dobrih 40 % glede na obstoječe stanje.

5 ZAKLJUČEK

Z analizo večstanovanjskega objekta v Ljubljani sem dokazal, da je objekt energetske neučinkovit in da so potrebna toplota za ogrevanje, koeficient transmisijskih izgub in izpusti CO₂ zelo visoko nad dovoljenimi vrednostmi po PURES-u 2010. S podanimi ukrepi in končno kombinacijo ukrepov sem se poskušal čim bolj približati želenim kriterijem po PURES-u 2010. V nalogi sem si zadal izpolniti cilje brez potrebe po mehanskem prezračevanju, vendar mi glede na stroge zahteve PURES-a to ni uspelo.

Kot sem predvideval na začetku, je največ k energetske učinkovitosti doprinesla toplotna izolacija stavbnega ovoja. Z ukrepom 2, ko smo toplotno izolirali zunanjo steno z 12 cm ekspandiranega polistirena, smo zmanjšali potrebo za ogrevanje na enoto uporabne površine za 52 %. Z ukrepom 3 in s toplotno izolacijo 25 cm, pa smo zmanjšali potrebo za ogrevanje na enoto uporabne površine za 57 %. Veliko (20 %) pa smo tudi k energetske učinkovitosti že doprinesli s sanacijo oken iz prvotnih lesenih oken s toplotno prevodnostjo $U = 2,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ z dvoslojnimi okni s toplotno prevodnostjo $U = 1,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Nekoliko me je presenetilo majhno znižanje porabe energije pri toplotni izolaciji strehe. Z ukrepom 7 oz. z namestitvijo montažnih balkonov za 96 % zmanjšamo vpliv toplotnih mostov, ki predstavlja velike probleme pri sanaciji objektov. Z elementom Isokorb R se trajno reši problematika toplotnih mostov pri balkonih, saj dani element leži v liniji izolacije fasade.

Glede na to, da več kot 62 % energije v gospodinjstvu porabimo za ogrevanje, je energetska prenova nujna za energetske neučinkovite stavbe. Rezultati raziskave v diplomski nalogi nakazujejo, da z ustreznimi ukrepi lahko zelo veliko privarčujemo na porabi energije. Še najbolj sem se približal zahtevam po PURES-u 2010 s kombinacijo ukrepov, kjer sem zmanjšal letno potrebno toploto za ogrevanje na enoto uporabne površine za 62 %, koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe pa za dobrih 72 %. S kombinacijo ukrepov v nekaterih segmentih dosežemo oz. se že zelo približamo maksimalno dovoljenim vrednostim po PURES-u 2010.

Energetska sanacija zahteva velike finančne vložke in je pomemben dejavnik pri obnovi večstanovanjskih stavb, pri tem so dobrodošle finančne spodbude, ugodni krediti ali subvencije za energetske učinkovite stavbe, ki mora zadostovati minimalnim kriterijem po predpisih (sklic na PURES). Ne smemo pozabiti, da bi s sanacijo, ki bi bila še bolj energetske varčna, prispevali k prihodnjim varčevanjem z energijo in prihrankom pri stroških v bližnji in srednjeročni prihodnosti. Poleg vsega naštetega, upravičeno lahko pričakujemo, da z energetske sanacijo zmanjšamo porabo energije za ogrevanje, preprečimo pojav nastanka plesni v stavbah, negativne vplive na okolje, ter s tem izboljšamo toplotno udobje in kvaliteto našega življenja. [5]

VIRI

- [1] Energetska učinkovitost pri obnovi ovoja stavbe. 2015. Ministrstvo za gospodarske dejavnosti. Agencija za učinkovito rabo energije.
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/il_2-05.pdf
(Pridobljeno 27. 7 .2015.)
- [2] Poraba energije in goriv po gospodinjstvih. 2012.
<http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki/prikazistaronovico?IdNovice=5803>
(Pridobljeno 1. 9. 2015.)
- [3] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maj 2012 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). Uradni list Evropske unije, 18. 6. 2010.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF>
(Pridobljeno 1. 9. 2015.)
- [4] Toplotna zaščita zunanjih sten. 2015. Ministrstvo za gospodarske dejavnosti. Ministrstvo za infrastrukturo.
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/il_2-06.pdf
(Pridobljeno 27.7.2015.)
- [5] Dovjak, M., Kuček, A., Krainer, A. 2013. Prepoznavanje in obvladanje dejavnikov tveganja za zdravje v bolnišničnem okolju z vidika uporabnika, stavbe in sistemov. Zdravstveno varstvo 52, 4: 304-315.
- [6] Košir, M. 2015. Toplotna prehodnost, toplotna stabilnost in difuzija vodne pare. Skripta pri predmetu Bioklimatsko načrtovanje. KSKE. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 1-3.
- [7] Ahčin, M. 2011. Obnova fasadnega ovoja večstanovanjske stavbe.
<http://www.dominvest.si/uporabnik/file/Hise%202011%20Ahcin.pdf> (Pridobljeno 3.8.2015.)
- [8] Krainer, A., Perdan, R. 2012. TEDI – Program za analizo toplotnega prehoda, toplotne stabilnosti in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 IN 1052:2002. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, KSKE: 3 str.

- [9] Krainer, A., Perdan, R. 2012. TOST – Program za izračun energetske bilance stavb po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah upoštevajoč SIST EN ISO 13790 IN TSG-1-004. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, KSKE: 3-8.
- [10] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010). Uradni list RS št. 52/2010: 7840
- [11] Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. Ministrstvo za okolje in prostor, 2010.
http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf
(Pridobljeno 28. 7. 2015.)
- [12] Energetski zakon (EZ-1). Uradni list RS, št. 17/2014: 1787.
- [13] Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1). Uradni list RS št. 82/2013: 9183
- [14] Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov.
- [15] Atlas okolja. 2015. Agencija RS za okolje.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso
(Pridobljeno 29. 2. 2015.)
- [16] Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Uradni list RS št. 42/2002: 4139
- [17] Eko sklad. 2015. <https://www.ekosklad.si/> (Pridobljeno 4. 8. 2015.)
- [18] Schöck. Inovative Building Solutions. 2011. Katalog proizvodov: 3-5.
- [19] Schöck. 2015.
<https://www.schoeck.de/de/produktloesungen/auskragende-bauteile-fuer-sanierung-211>
(Pridobljeno 29. 8. 2015.)

SEZNAM PRILOG:

PRILOGA A: Tloris kleti

PRILOGA B: Tloris pritličja

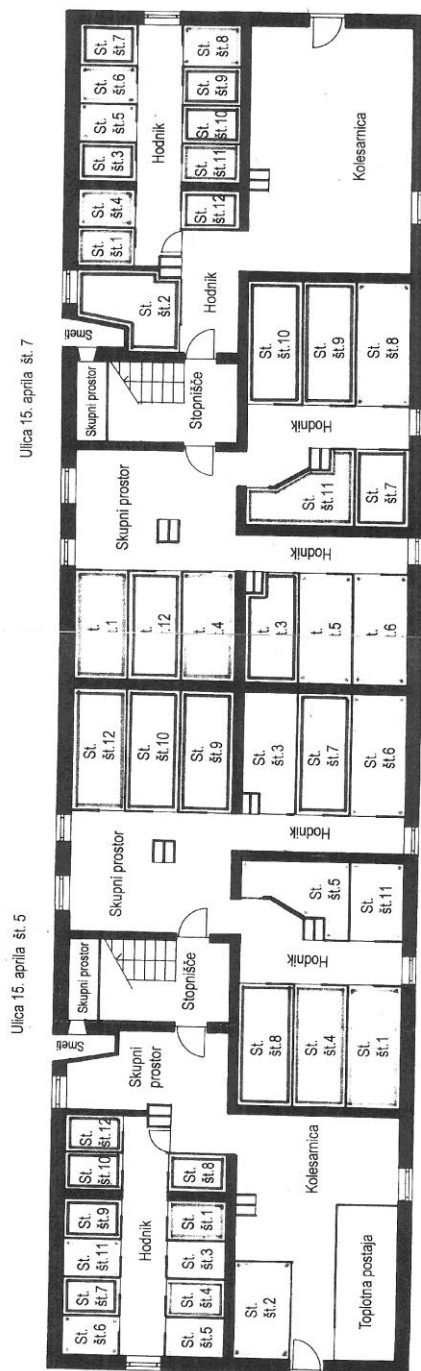
PRILOGA C: Tloris 1. nadstropja

PRILOGA D: Tloris 2. nadstropja

PRILOGA E: Tloris 3. nadstropja

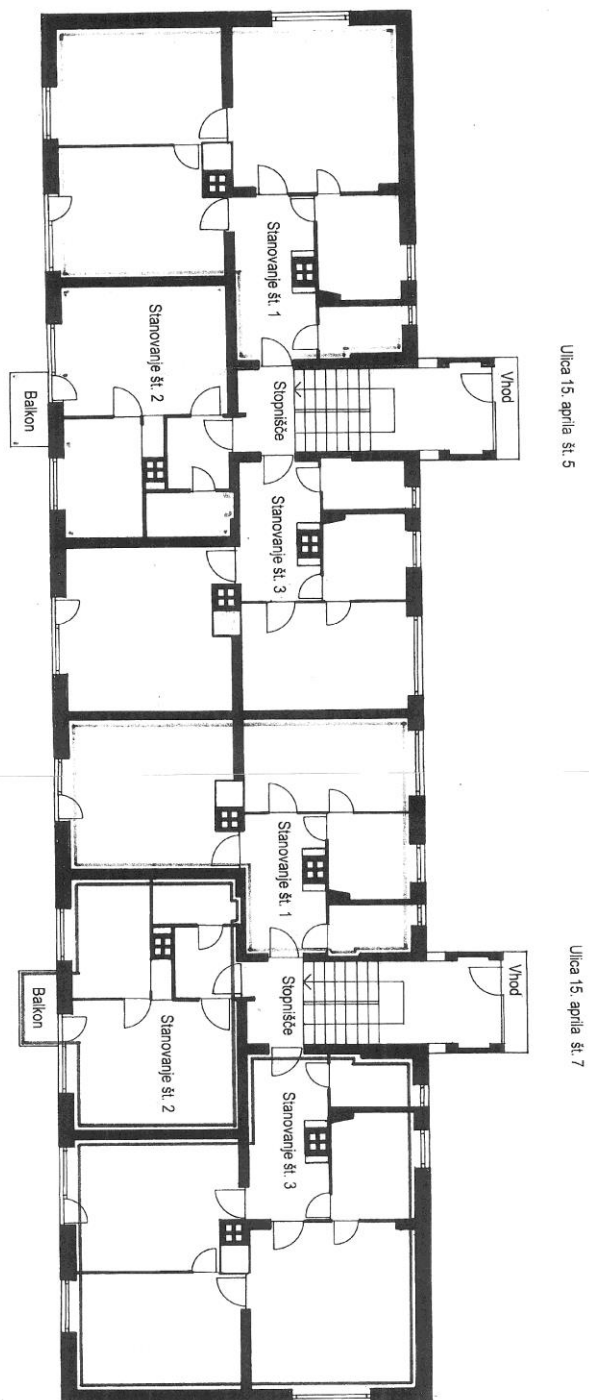
PRILOGA A: Tloris kleti

3035/00



RAZPORED PROSTOROV
OBJEKT UL. 15. APRILA št. 5, 7
Tloris kleti 1:100

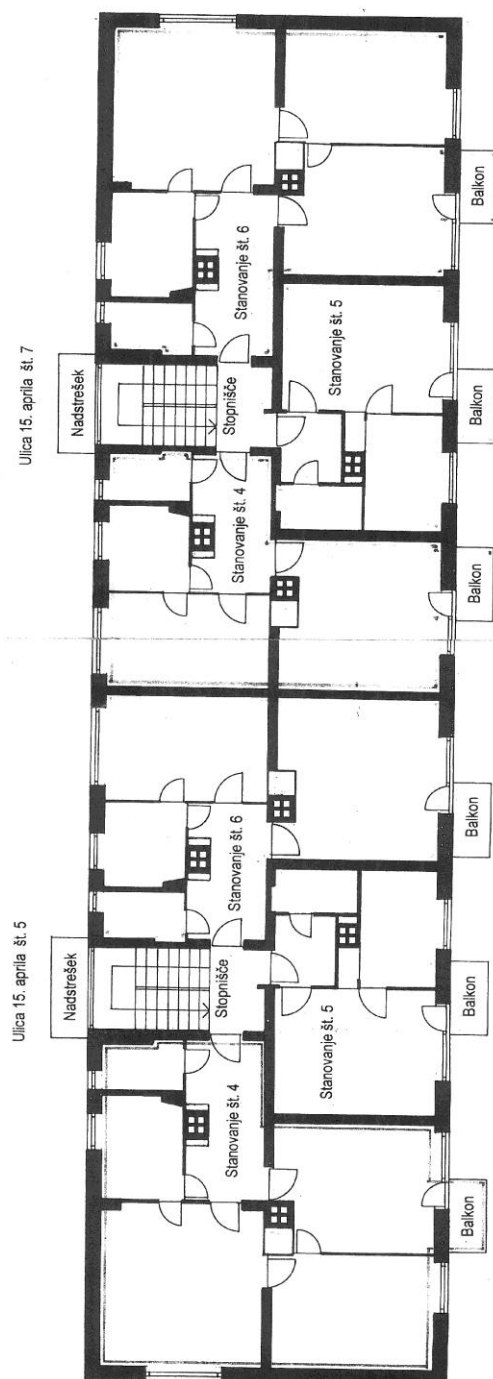
PRILOGA B: Tloris pritličja



RAZPORED PROSTOROV
OBJEKT UL. 15. APRILA št. 5, 7
Tloris pritličja 1:100

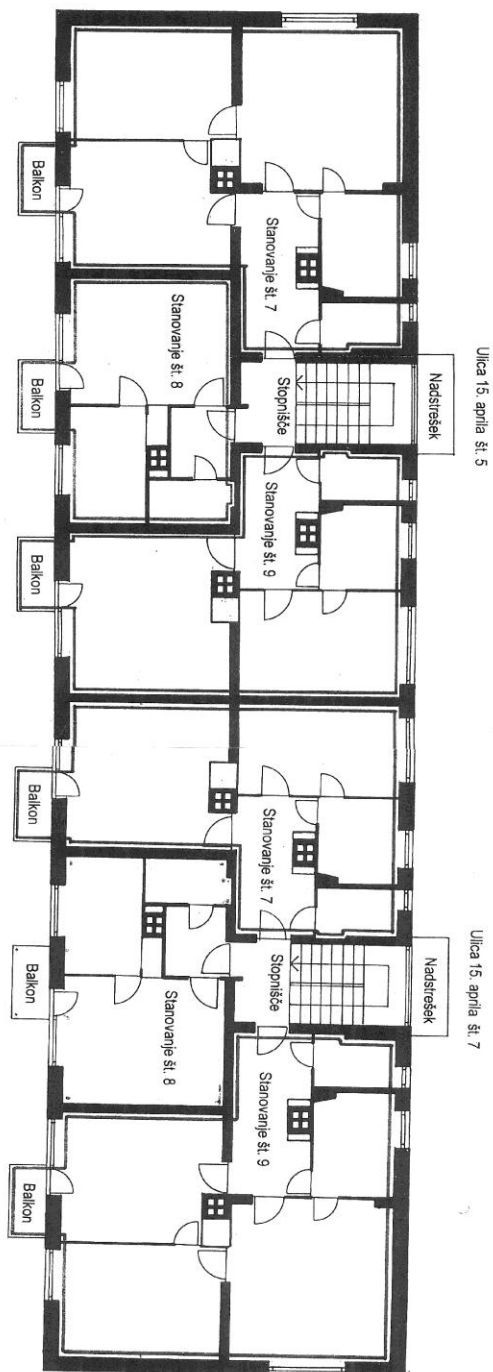
PRILOGA C: Tloris 1. nadstropja

3035/00



RAZPORED PROSTOROV
OBJEKT UL. 15. APRILA št. 5, 7
Tloris 1. nadstropja 1:100

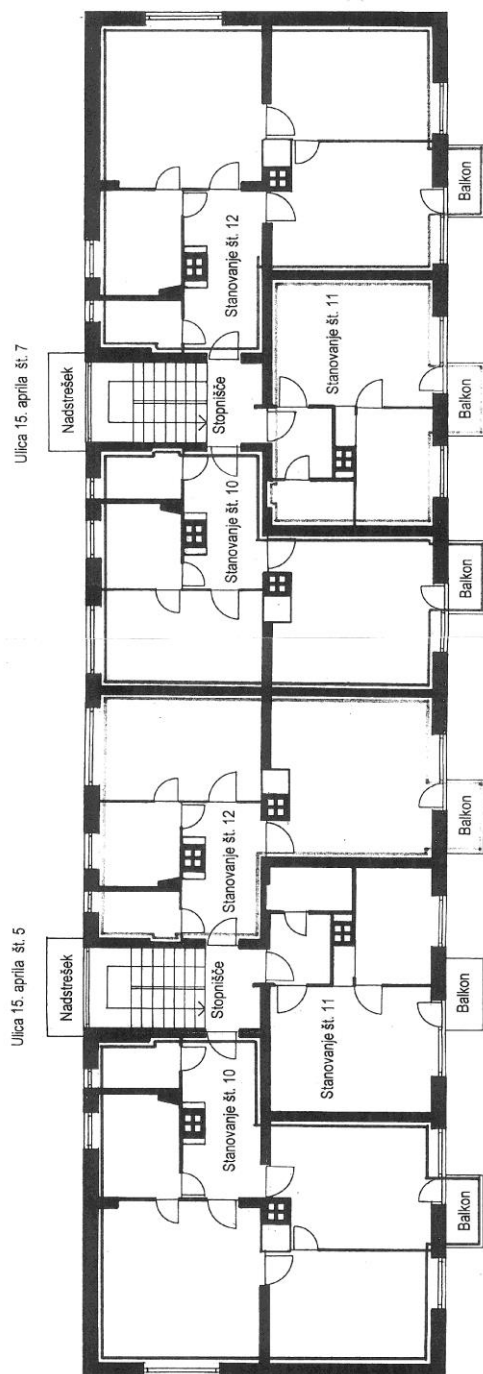
PRILOGA D: Tloris 2. nadstropja



RAZPORED PROSTOROV
OBJEKT UL. 15. APRILA št. 5, 7
Tloris II. nadstropja
1:100

PRILOGA E: Tloris 3. nadstropja

3035/00



RAZPORED PROSTOROV
OBJEKT UL. 15. APRILA št. 5, 7
Tloris III. nadstropja 1:100